

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

PAT-NO: JP411030591A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11030591 A
TITLE: METHOD AND DEVICE FOR INSPECTING FILM SHEET DEFECT
PUBN-DATE: February 2, 1999

INVENTOR-INFORMATION:
NAME
HAYAMA, NOBUYOSHI

ASSIGNEE-INFORMATION:
NAME COUNTRY
ASAHI CHEM IND CO LTD N/A

APPL-NO: JP09186526
APPL-DATE: July 11, 1997

INT-CL (IPC): G01N021/89

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and device for film sheet defect inspection that can precisely inspect an air bubble defect, a foreign matter defect, a pinhole defect, etc., generated when a transparent or translucent film sheet, etc., is manufactured.

SOLUTION: On one surface side of a film sheet 3, which travels along two rolls 1 and 2 arranged in parallel at a certain interval, a line type light source 5 is arranged and on the other surface side, a linear array camera 7 is arranged; and a 1st polarizing plate 8 is arranged between the film sheet 3 and line type light source 5 and a 2nd polarizing plate 9 is arranged between the film sheet 3 and linear array camera 7. The deviation angle θ of the polarizing directions of the 1st and 2nd polarizing plates 8 and 9 is set to less than $\pm 20^\circ$; and a detecting circuit 10 is provided which detects as a defect a dark part signal in the camera output video signal 22 outputted by the linear array camera 7.

COPYRIGHT: (C)1999, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-30591

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月2日

(51) Int.Cl.⁶
G 0 1 N 21/89

識別記号

F I
G 0 1 N 21/89

A

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平9-186526

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月11日

(71) 出願人 000000033

旭化成工業株式会社

大阪府大阪市北区堂島浜1丁目2番6号

(72) 発明者 羽山 信義

宮崎県延岡市旭町6丁目4100番地 旭化成
工業株式会社内

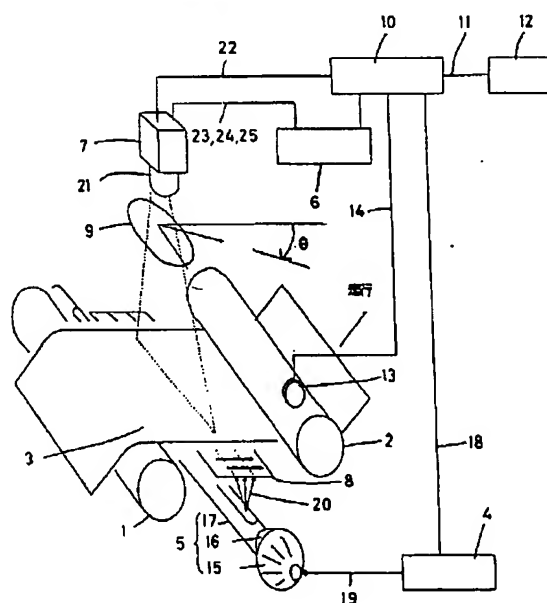
(74) 代理人 弁理士 中川 周吉 (外1名)

(54) 【発明の名称】 フィルムシート欠陥検査方法及びフィルムシート欠陥検査装置

(57) 【要約】

【課題】 透明或いは半透明フィルムシート等を製造する際に発生する気泡欠陥、異物欠陥及びピンホール欠陥等を精度良く検査し得るフィルムシート欠陥検査方法及びフィルムシート欠陥検査装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 一定間隔で平行に配置した2個のロール1、2に沿って走行するフィルムシート3の一方の面側にライン型光源5を配置し、他方の面側にリニアアレイカメラ7を配置し、フィルムシート3とライン型光源5との間に第1の偏光板8を配置し、フィルムシート3とリニアアレイカメラ7との間に第2の偏光板9を配置し、該第1、第2の偏光板8、9の偏光方向のずれ角度 θ を ± 20 度以内とし、リニアアレイカメラ7から出力されたカメラ出力ビデオ信号22の中から暗部信号を抽出し欠陥として検出する検出回路10を備えたことを特徴とするフィルムシート欠陥検査装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 フィルムシート搬送手段により搬送されるフィルムシートの一方の面側に光源を配置し、該フィルムシートの他方の面側にリニアアレイカメラを配置し、該リニアアレイカメラから出力されるビデオ信号の中から欠陥情報を検出するフィルムシート欠陥検査方法において、

前記フィルムシートと前記光源との間に配置した第1の偏光板と、前記フィルムシートと前記リニアアレイカメラとの間に配置した第2の偏光板との偏光方向のずれ角度を±20度以内とし、前記リニアアレイカメラから出力されるビデオ信号の中から抽出した暗部信号を欠陥として検出することを特徴とするフィルムシート欠陥検査方法。

【請求項2】 フィルムシート搬送手段により搬送されるフィルムシートの一方の面側に光源を配置し、該フィルムシートの他方の面側にリニアアレイカメラを配置し、該リニアアレイカメラから出力されるビデオ信号の中から欠陥情報を検出するフィルムシート欠陥検査装置において、

前記フィルムシートと前記光源との間に配置した第1の偏光板と、

前記フィルムシートと前記リニアアレイカメラとの間に配置され、前記第1の偏光板に対する偏光方向のずれ角度が±20度以内に設定された第2の偏光板と、

前記リニアアレイカメラから出力されるビデオ信号の中から暗部信号を抽出して該暗部信号を欠陥として検出する暗部信号検出部を備えた検出回路と、

を有することを特徴とするフィルムシート欠陥検査装置。

【請求項3】 前記検出回路は、前記暗部信号検出部の前段にシェーディング補正部を有することを特徴とする請求項2に記載のフィルムシート欠陥検査装置。

【請求項4】 前記検出回路は、前記暗部信号検出部の出力信号と、前記リニアアレイカメラを駆動する駆動パルス信号および走査開始信号を利用した前記フィルムシート幅方向の欠陥位置を検出するフィルムシート幅方向欠陥位置検出部を有することを特徴とする請求項2または請求項3に記載のフィルムシート欠陥検査装置。

【請求項5】 前記フィルムシート搬送手段に測長パルス発信器を設け、前記検出回路は、前記暗部信号検出部の出力信号と、前記測長パルス発信器の出力信号を利用したフィルムシート走行方向の欠陥位置を検出するフィルムシート走行方向欠陥位置検出部を有することを特徴とする請求項2～4のいずれか1項に記載のフィルムシート欠陥検査装置。

【請求項6】 前記検出回路は、ビデオ信号レベル自動調整部を有することを特徴とする請求項2～5のいずれか1項に記載のフィルムシート欠陥検査装置。

【請求項7】 前記光源はライン型ハロゲン光源を使用

したことを特徴とする請求項2～6のいずれか1項に記載のフィルムシート欠陥検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、透明或いは半透明のフィルムシート等を製造する際に発生する気泡欠陥、異物欠陥或いはピンホール欠陥等の欠陥を検査するフィルムシート欠陥検査方法及びフィルムシート欠陥検査装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】透明或いは半透明フィルムシート等を製造する際、製品原料の品質、原料溶融からフィルム化に至る製造プロセスでの各種要因により気泡欠陥、異物欠陥、ピンホール欠陥等の様々な欠陥が発生する場合がある。これらの欠陥は、その後の成形加工後の最終製品の性能を低下させる原因となるため、フィルムシート製造工程でオンライン検査し、発生した欠陥のフィルムシートの巻き取り方向位置、フィルムシート幅方向位置を割り出し、情報提供することが求められる。

【0003】製造巻き取り途中でのオンライン検査としては、走行フィルムを目視検査する方法もあるが、気泡欠陥等は自然光下ではほとんど正常部位と見分けがつかず検査不可能であった。

【0004】これに対し、特開平6-148095号公報に開示されたように、偏光板を利用した方法が提案されている。この方法は、対極する偏光板の偏光方向を直角若しくは直角に近い配置とすることにより、欠陥部による直角偏光分を増光分としてカメラで捕らえようとするものである。

【0005】また、ピンホール欠陥の検出装置として、電圧印加対極装置を設けてピンホール欠陥部の放電を利用する放電式の装置も実用化されている。

【0006】また、特開平8-338814号公報に開示されたように、紫外線を利用したピンホール欠陥検査方法も提案されている。

【0007】また、特開平6-18445号公報に開示されたように、偏光板を利用したピンホール欠陥検査方法も提案されている。この方法は、対極する偏光板の偏光方向を平行若しくは平行に近い配置とすることにより、ピンホール欠陥部による通過直線偏光分を増光分としてカメラで捕らえようとするものである。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前述の従来例の内、特開平6-148095号公報に開示された技術では、対極する偏光板の偏光方向を直角若しくは直角に近い配置としているので、フィルムシートの分子配向むらによる直角偏光分が、地合信号やフィルムシートの場所による透過光量変化を増大させ、欠陥と地合のS/N比を低下させて判別を困難にする上、品質上問題にならない程度の小さな歪みまでも直角偏光分を増光分

が顕在化して過検出してしまうという問題がある。

【0009】また、電圧印加対極装置を設けてピンホール欠陥部の放電を利用する放電式の装置では、ピンホール欠陥のフィルムシート幅方向位置を割り出したい場合には、電極や検出回路等を多数用意しなければならず、検査装置が大がかりとなって検査コストが増大するといった問題がある。

【0010】また、特開平8-338814号公報に開示された技術では、紫外線領域におけるビデオ信号変換感度の良いリニアアレイカメラが一般的に市販されていないため入手し難く、リニアアレイCCD（電荷結合デバイス）の感度アップを図るために該リニアアレイCCDを保護する保護ガラスの排除若しくは該保護ガラスの石英ガラス化等が非常に困難なことや高価な紫外線対応のカメラレンズを採用しなければならず、検査コストが増大するといった問題がある。

【0011】また、特開平6-18445号公報に開示された技術では、比較的幅の広いフィルムシートに適用しようとした場合、多数のカメラを容易しなければならないため検査コストが増大するといった問題がある。

【0012】即ち、1台のカメラのCCD素子数が2048bitのカメラを使用して、1bitのCCD素子に対してフィルムシート幅方向の分解能が50μm程度になるように視野を設定した場合、1台のカメラ全体で約100mmの視野となり、例えば、2m幅のフィルムシートの検査を行う場合には、カメラを20台設けなければならない膨大な設備および価格となる。また、1bitのCCD素子に対してフィルムシート幅方向の分解能が50μm程度に設定した場合、カメラおよびビデオ信号処理回路等の特性上、約100μm前後のピンホール欠陥検出性能が限度となる。

【0013】本発明の目的は、透明或いは半透明のフィルムシート等を製造する際に発生する気泡欠陥、異物欠陥及びピンホール欠陥等に対して、第1、第2の偏光板とリニアアレイカメラの利用により検出すべき各種欠陥を顕在化して検査可能にし、欠陥のフィルムシート幅方向位置及びフィルムシート走行方向位置まで検出できるフィルムシート欠陥検査方法及びフィルムシート欠陥検査装置を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は前記課題を解決するものであって、その代表的なフィルムシート欠陥検査方法の構成は、フィルムシート搬送手段により搬送されるフィルムシートの一方の面側に光源を配置し、該フィルムシートの他方の面側にリニアアレイカメラを配置し、該リニアアレイカメラから出力されるビデオ信号の中から欠陥情報を検出するフィルムシート欠陥検査方法において、前記フィルムシートと前記光源との間に配置した第1の偏光板と、前記フィルムシートと前記リニアアレイカメラとの間に配置した第2の偏光板との偏光方

向のずれ角度を±20度以内とし、前記リニアアレイカメラから出力されるビデオ信号の中から抽出した暗部信号を欠陥として検出することを特徴とする。

【0015】また、本発明に係るフィルムシート欠陥検査装置の代表的な構成は、フィルムシート搬送手段により搬送されるフィルムシートの一方の面側に光源を配置し、該フィルムシートの他方の面側にリニアアレイカメラを配置し、該リニアアレイカメラから出力されるビデオ信号の中から欠陥情報を検出するフィルムシート欠陥検査装置において、前記フィルムシートと前記光源との間に配置した第1の偏光板と、前記フィルムシートと前記リニアアレイカメラとの間に配置され、前記第1の偏光板に対する偏光方向のずれ角度が±20度以内に設定された第2の偏光板と、前記リニアアレイカメラから出力されるビデオ信号の中から暗部信号を抽出して該暗部信号を欠陥として検出する暗部信号検出部を備えた検出回路とを有することを特徴とする。

【0016】上記構成によれば、走行するフィルムシートの一方の面側に光源を配置し、他方の面側にリニアアレイカメラを配置し、更にフィルムシートと光源との間に第1の偏光板を配置し、フィルムシートとリニアアレイカメラとの間に第2の偏光板を配置し、該一対の偏光板の偏光方向のずれ角度を±20度以内とし、検出回路の暗部信号検出部によりリニアアレイカメラから出力されるビデオ信号の中から気泡欠陥、異物欠陥及びピンホール欠陥等に対応する欠陥情報を暗部信号として顕在化して検出することでフィルムシートに発生した欠陥の検査を可能にする。

【0017】更に前記検出回路において、暗部信号検出部の前に、カメラレンズ収差やフィルムシートの厚みむら等による一走査対応のビデオ信号内のレベル不均一性を平坦化するシェーディング補正部を設けた場合には、検査範囲内で均一に検査が出来る。

【0018】更に前記検出回路において、一走査対応のビデオ信号の中で、走査開始から欠陥の発生部までのカメラ駆動パルス信号のパルス数を計測してフィルムシート幅方向欠陥位置を検出するフィルムシート幅方向欠陥位置検出部を設ければ好ましい。

【0019】更にフィルムシート搬送手段となるフィルムシート走行をガイドするロールに測長パルス発信器を接して設け、前記検出回路において、該測長パルス発信器の出力パルス数を計測してフィルムシート走行方向の欠陥位置を検出するフィルムシート走行方向欠陥位置検出部を設ければ好ましい。

【0020】更に前記検出回路において、リニアアレイカメラから出力されるビデオ信号の出力により光源の光量を自動調整して、該ビデオ信号レベルを一定に自動調整するビデオ信号レベル自動調整部を設ければ好ましい。

【0021】また、前記光源としてライン型ハロゲン光

源を使用すれば好ましい。

【0022】前述した一对の偏光板の偏光方向のずれ角度を±20度以内とすることにより、フィルムシートの分子配向むらや若干の小さな歪みによる直角偏光分を低減でき、地合信号やフィルムシートの場所による透過光量変化を減少させることが出来る。また、気泡欠陥や異物欠陥等の内部及び周りの歪み部分やピンホール欠陥の周りの歪み等に対するビデオ信号を暗部信号として顕在化でき、欠陥と地合のS/N比を良くすることが出来る。

【0023】また、前述した特開平6-148095号公報に開示された技術のように、一对の偏光板の偏光方向のずれ角度を直角近傍にすると、フィルムシートの分子配向むらや若干の小さな歪みによる直角偏光分、或いは欠陥部の直角偏光分が増光作用として働くが、本発明のように、一对の偏光板の偏光方向のずれ角度を平行若しくは±20度以内とすることによりこれらの直角偏光分を阻止するため増光作用が殆どなくなる。

【0024】また、上記一对の偏光板の偏光方向設定領域では、気泡欠陥や異物欠陥等の内部及び周りの歪み部分やピンホール欠陥の周りの歪みの偏光方向が光源からの直線偏光方向から回転し、第2の偏光板の偏光方向から離れる方向となり、リニアアレイカメラに入光しなくなるによりビデオ信号の暗部信号として顕在化表現されるようになる。

【0025】實際上、気泡欠陥はもとより異物欠陥及びピンホール欠陥等は欠陥本体の周りに大きな歪みを必ず保有しており、フィルムシートの厚みが薄くなると更に歪みが顕著になる。

【0026】例えば、径が50μm以下の微小ピンホール欠陥についても、該ピンホール欠陥部の周りの歪み部分が100μm相当以上となり、該ピンホール欠陥部の周りの歪み部分を捕らえることにより100μm程度の分解能でも、径が50μm以下の微小ピンホール欠陥を検出できるようになる。

【0027】従って、ピンホール欠陥については、透過方式であるにもかかわらず該ピンホール欠陥の周りの歪みを暗部信号として捕らえることによりカメラ分解能以下のピンホール欠陥まで検査可能になる。

【0028】また、上記一对の偏光板の偏光方向設定領域では、カメラ分解能に対して大きなピンホール欠陥ではピンホール部分の透過増光分を明部信号として捕らえることも可能であるが、カメラ分解能前後或いはそれ以下のピンホール欠陥となると前記周囲の歪み部分の暗部信号に明部信号が埋もれてしまうケースが多く現実的でない。

【0029】更に、前記検出回路において、フィルムシート幅方向欠陥位置検出部、フィルムシート走行方向欠陥位置検出部を付加することにより、フィルムシートに発生した各種欠陥の2次元的な位置まで検出可能にな

り、これらの出力をフィルムシートの欠陥情報として検査管理用パーソナルコンピュータ（以下、単に「パソコン」という）等により帳票プリントとして提供することが出来る。

【0030】更に、前記検出回路において、シェーディング補正部、ハロゲン光源と連動するビデオ信号レベル自動調整部を付加することによって、フィルムシートの欠陥情報をより安定した状態で検出することが出来る。

【0031】

10 【発明の実施の形態】図を用いて本発明に係るフィルムシート欠陥検査方法及びフィルムシート欠陥検査装置の一実施形態について説明する。図1は本発明に係るフィルムシート欠陥検査装置の構成を示す図、図2はリニアアレイカメラとその信号構成を示す図、図3は検出回路の構成を示すブロック図、図4はシェーディング補正部の構成を示すブロック図、図5はシェーディング補正部の各部の信号波形を示す図、図6は検査区間設定部の構成を示すブロック図、図7は検査区間設定部の各部の信号波形を示す図、図8は暗部信号検出部の構成を示すブロック図、図9は暗部信号検出部の各部の信号波形を示す図、図10はフィルムシート幅方向欠陥位置検出部の構成を示すブロック図、図11はフィルムシート幅方向欠陥位置検出部の各部の信号波形を示す図、図12はフィルムシート走行方向欠陥位置検出部の構成を示すブロック図、図13はフィルムシート走行方向欠陥位置検出部の各部の信号波形を示す図、図14はビデオ信号レベル自動調整部の構成を示すブロック図、図15はビデオ信号レベル自動調整部の各部の信号波形を示す図、図16(a)はフィルムシート内部に発生した気泡欠陥の様子を示す図、図16(b)はフィルムシート内部に発生した異物欠陥の様子を示す図、図16(c)はフィルムシートに発生したピンホール欠陥の様子を示す図、図16(d)はフィルムシート内部に発生した小さな歪み部分の様子を示す図、図17(a)は第1の偏光板と第2の偏光板との偏光方向のずれ角度θが略直角の場合のリニアアレイカメラから出力されたビデオ信号波形を示す図、図17(b)は図17(a)のビデオ信号をシェーディング補正した後のビデオ信号波形を示す図、図18(a)は第1の偏光板と第2の偏光板との偏光方向のずれ角度θが約±50度の場合のリニアアレイカメラから出力されたビデオ信号波形を示す図、図18(b)は図18(a)のビデオ信号をシェーディング補正した後のビデオ信号波形を示す図、図19(a)は第1の偏光板と第2の偏光板との偏光方向のずれ角度θが約±20度の場合のリニアアレイカメラから出力されたビデオ信号波形を示す図、図19(b)は図19(a)のビデオ信号をシェーディング補正した後のビデオ信号波形を示す図である。

【0032】図1において、本発明に係るフィルムシート欠陥検査装置の構成は、フィルムシート搬送手段となる一定間隔で平行に配置した2個のロール1、2に沿っ

て走行する透明或いは半透明のフィルムシート3の一方の面側にライン型光源5を配置し、他方の面側にリニアアレイカメラ7を配置し、該リニアアレイカメラ7によりフィルムシート3を撮影して該リニアアレイカメラ7から出力されるカメラ出力ビデオ信号22の中からフィルムシート3を製造する際に発生する気泡欠陥、異物欠陥或いはピンホール欠陥等の欠陥部位に対応する欠陥情報を検出する検出回路10を装備している。

【0033】また、ライン型光源5からリニアアレイカメラ7に至る撮影光路上で、フィルムシート3とライン型光源5との間に第1の偏光板8を配置し、フィルムシート3とリニアアレイカメラ7との間に第2の偏光板9を配置し、該一對の第1、第2の偏光板8、9の偏光方向のずれ角度 θ を ± 20 度以内の角度に設定して構成される。従って、一對の第1、第2の偏光板8、9の偏光方向は略同じ方向に設置されている。尚、本実施形態では、このずれ角度 θ を0度に設定した場合の一例について説明する。

【0034】ライン型光源5は光源コントローラ4により制御され、リニアアレイカメラ7はリニアアレイカメラコントローラ6により制御される。そして、リニアアレイカメラ7から出力されたカメラ出力ビデオ信号22の中から検出回路10により検出された欠陥検出情報11は検査管理用パーソナルコンピュータ（以下、単に「検査管理用パソコン」という）12により整理して出力される。

【0035】また、ロール1またはロール2に沿って測長パルス発信器13を接して設け、該測長パルス発信器13の測長パルス発信器出力信号14を利用して各種の欠陥が発生している場合のフィルムシート3の走行方向の欠陥位置も検出するようになっている。

【0036】前記ロール1、2は、夫々直径100mm ϕ でフィルムシート3の幅よりも所定寸法だけ広い長さを有して互いに平行で259mmの間隔で配置され、表面が鏡面仕上げとなっている。

【0037】フィルムシート3は、幅250mm、厚さ4.5 μ mのアラミドフィルムシートからなり、別途巻き取り機構により走行速度が4m/分でリニアアレイカメラ7が対向する検査部をロール1、2に沿って水平走行させる。

【0038】ライン型光源5は日本ビー・アイ株式会社製のリニアブライツ（伝送ライト）PDLSを使用してライン型ハロゲン光源として構成した。このライン型光源5はハロゲンランプ15に石英アダプタ16及び円筒型石英ロッド17を直線的に装着し、該円筒型石英ロッド17の内部反射膜構造により強力に均一な光量を該円筒型石英ロッド17の長尺方向に沿ってライン型に出射することが出来る。

【0039】このライン型光源5の場合、輝度的には蛍光灯管よりも10倍以上の光量を有し、フィルムシート3の高速走行時にリニアアレイカメラ7でCCD（電荷

結合デバイス）を高速走査させる場合に受光量不足となるケースに必要な光量を用意できる光源として最適である。

【0040】また、ライン型光源5は日本ビー・アイ株式会社製の電源装置PICS-FAS及びリニア調光リモコンPRB-0001Fを採用した光源コントローラ4により明るさが調整出来る構成とした。

【0041】前記検出回路10内には、図3に示すビデオ信号レベル自動調整部52を備え、該ビデオ信号レベル自動調整部52の制御出力信号18により光源コントローラ4を介してハロゲンランプ供給電力19を調整して光量20を調整し、カメラ出力ビデオ信号22のレベルを自動調整することが出来る。

【0042】リニアアレイカメラ7にはニコン株式会社製のマイクロニッコール、マニュアルフォーカス型f105mm/F2.8レンズ21を装着し、一走査対応の検査視野を235mmとなるように受光距離を設定した。フィルムシート3とレンズフランジ間距離は約847mmとなった。レンズ絞りはF4とした。

【0043】ライン型光源5から出射される光を直線偏光に変換する第1の偏光板8は、パナック株式会社製の厚さ0.3mm、偏光度99%、透過率38%の偏光シートを、偏光度を上げるために偏光方向を揃えて2枚重ねて使用し、その大きさは、幅50mmとし、ライン型光源5の長手方向に該ライン型光源5から出射される光の全長域が掛かる長さとした。

【0044】第1の偏光板8はライン型光源5とフィルムシート3との間に配置し、ライン型光源5の光出射面から約50mmの距離をおいて設置した。更に、第1の偏光板8からフィルムシート3までの距離は約50mmとした。また、第1の偏光板8による偏光方向はフィルムシート3の走行方向とした。

【0045】第2の偏光板9は、日本メスグリオ株式会社製の厚さ3.5mm、対で使用した場合の直角偏光消光比 10^{-4} （0.0001）、透過率33%のダイクロイック偏光板で有効外径76mm ϕ のものを使用し、リニアアレイカメラ7に装着したレンズ21の直下30mmのところフィルムシート3に平行に配置した。

【0046】本実施形態では、第2の偏光板9の偏光方向は第1の偏光板8の偏光方向と平行としたため両者ともフィルムシート3の走行方向と同じとなった。第2の偏光板9はリニアアレイカメラ7による撮影光路上にあるため表面仕上げ、内部歪みを少なくし、映像に歪みの生じない精度の高いダイクロイック偏光板を用いた。

【0047】図2にリニアアレイカメラ7とその信号構成を示す。リニアアレイカメラ7はCCD素子500bitの株式会社エクセル製TI5000Fを使用した。リニアアレイカメラコントローラ6は、リニアアレイカメラ7を駆動するための直流電源23及びリニアアレイCCD信号処理用駆動パルス24、CCD走査開始信号25を

リニアアレイカメラ7に出力する。

【0048】前記リニアアレイCCD信号処理用駆動パルス24は1クロック当たり0.2 μ sの時間領域だけ繰り返し出力されるパルスであり、周波数にして5MHzで0~5Vの電圧信号である。

【0049】また、リニアアレイカメラ7の内部で処理されて該リニアアレイカメラ7から出力されるカメラ出力ビデオ信号22は10MHzのビデオレートで出力され、リニアアレイCCDの1bit当たり0.1 μ sの時間領域で変化表現されるビデオ信号となる。

【0050】CCD走査開始信号25は2msの繰り返し時間とした約2 μ sの時間幅パルスで、0~5V電圧信号とした。尚、リニアアレイカメラ7から出力されるカメラ出力ビデオ信号22、リニアアレイCCD信号処理用駆動パルス24及びCCD走査開始信号25は検出回路10にも出力する。リニアアレイCCD信号処理用駆動パルス24、CCD走査開始信号25、カメラ出力ビデオ信号22の波形の一例を夫々図2に示す。

【0051】図3に検出回路10の構成を示す。検出回路10は、シェーディング補正部26、検査区間設定部31、暗部信号検出部40、フィルムシート幅方向欠陥位置検出部45、フィルムシート走行方向欠陥位置検出部50、ビデオ信号レベル自動調整部52等からなる。

【0052】以下、検出回路10の各部の構成について詳細に説明する。先ず、シェーディング補正部26の構成について説明する。図4はシェーディング補正部26の構成を示し、図5は該シェーディング補正部26の各部の信号波形の一例を示す。

【0053】シェーディング補正部26は、検査対象となるフィルムシート3の部分配向むらが変化した場合やリニアアレイカメラ7に装着されたレンズ21の絞り設定からくる収差によるカメラ出力ビデオ信号22の波形歪みを補正し、該カメラ出力ビデオ信号22を均一なフラットレベルにすることにより検査範囲のどの部分でも均一に欠陥検出できるようにするために用意した。

【0054】カメラ出力ビデオ信号22は、映像平均値として1V前後で入力段アンプ27に入力する。入力段アンプ27では入力過電圧保護やゲイン調整、ゼロ点調整を行い、次段の低周波数通過フィルターアンプ28に信号伝送する。

【0055】低周波数通過フィルターアンプ28は、時定数10 μ s程度、つまり周波数でいえば100kHz程度以下の周波数を通過するフィルター反転アンプとして機能するように設計した。

【0056】従って、生のカメラ出力ビデオ信号22は前述のごとく図5の波形例に示すような1bit当たり0.1 μ sという高速情報の変化信号であるが、低周波数通過フィルターアンプ28の出力28outは図5の波形例に示すように、なまった変化の信号となる。

【0057】入力段アンプ27の出力27outと低周波数通

過フィルターアンプ28の出力28outを次段の加算回路29に入力した結果は、図5の29out波形であり、図5のカメラ出力ビデオ信号22の内、22aの部分のような生のカメラ出力ビデオ信号22の中で地合ノイズ群から大きく変化した部分がパルス化して図5の加算回路29の出力29outの内、短パルス29aのように現れる。

【0058】この短パルス29aが欠陥の可能性を持ったパルスである。また、生のカメラ出力ビデオ信号22の最初の立ち上がり部分と最後の立ち下がり部分もパルス状になって図5の加算回路29の出力29outの内、短パルス29b、29cのように現れる。

【0059】これは、前記低周波数通過フィルターアンプ28の出力28outがフィルター特性により時間的に若干遅れて表現されるため、その差分が結果として表現されるためである。ただし、短パルス29b、29cの部分は後述する検査区間設定部31で検査範囲から外れるようにする。

【0060】前記加算回路29の出力29outは図5に示すように、0Vを中心として短パルス29a、29b、29cのように変化する信号形態となる。後述する暗部信号検出部40での暗部信号の検出を電子回路的に容易にするためと、別途画像処理装置等を付加するような展開を考慮して、出力段アンプ30にてゼロ調整し、基準電圧分嵩上げた信号形態に変換すれば図5の出力段アンプ30の出力30outの波形例に示すようになる。

【0061】本実施形態では、図5の出力段アンプ30の出力30outに示すように、基準電圧を1Vとしたため、該基準電圧1Vを中心に短パルス30a、30b、30cのような信号変化形態になった。図5において、加算回路29の出力29out波形の変化部位である短パルス29aに対応する出力段アンプ30の出力30out波形の変化部位である短パルス30aが欠陥の可能性を持ったパルスとなる。

【0062】次に図6及び図7を用いて検査区間設定部31の構成について説明する。図6は検査区間設定部31の構成図であり、図7は該検査区間設定部31の各部の信号波形例を示す。検査区間設定部31には、図7の波形例に示すような0.2 μ sの繰り返し周期パルスであるリニアアレイCCD信号処理用駆動パルス24をカウンター33、37に入力する。

【0063】リニアアレイカメラ7のCCD素子数は5000bit、ビデオレート10MHzであるが、前記リニアアレイCCD信号処理用駆動パルス24は5MHzであるため全CCD対応の全クロック数は2500カウントとなる。従って、最大2500カウント可能なカウンタが必要であり、カウンター33、37は4桁BCDコード出力カウンタを使用した。

【0064】また、図7の波形例に示すような2msの繰り返し周期パルスであるCCD走査開始信号25をリトリガーシングルショットマルチバイブレータ32に入力する。リトリガーシングルショットマルチバイブレータ32

はCCD走査開始信号25パルスによりONする。

【0065】カウンタ-33はlowレベルの制御入力でカウントモードになるためリトリガースングルショットマルチバイブレータ32の出力32outの反転信号を受けるようにしておき、リニアアレイCCD信号処理用駆動パルス24のカウントを開始し、データをBCDコードで次段のデジタルコンパレータ34に出力する。

【0066】デジタルコンパレータ34は4桁BCDコードの比較ができるものを使用した。デジタルコンパレータ34の比較設定はデジタルスイッチ35で行った。図7のリトリガースングルショットマルチバイブレータ32の出力32outの波形例に示すような10μsの非検査区間を生成するようにデジタルスイッチ35を設定しておき、デジタルコンパレータ34はカウントデータが設定値をオーバーした時、出力をONする。

【0067】そして、デジタルコンパレータ34の出力34outをリトリガースングルショットマルチバイブレータ32に投入し、該リトリガースングルショットマルチバイブレータ32をOFFする。更に、前記リトリガースングルショットマルチバイブレータ32の出力32outをシングルショットマルチバイブレータ36に投入しておき、リトリガースングルショットマルチバイブレータ32の出力32outのOFFでシングルショットマルチバイブレータ36はONする。

【0068】カウンタ-37はlowレベルの制御入力でカウントモードになるためシングルショットマルチバイブレータ36の出力36outの反転信号を受けるようにしておき、シングルショットマルチバイブレータ36の出力36outのONでカウンタ-37はリニアアレイCCD信号処理用駆動パルス24のカウントを開始し、データをBCD

コードで次段のデジタルコンパレータ38に出力する。
【0069】そして、シングルショットマルチバイブレータ36の出力である検査区間信号36outが図7の波形例に示すような480μsの検査区間36aを生成するようにデジタルスイッチ39を設定しておき、デジタルコンパレータ38はカウントデータが設定値をオーバーしたとき出力38outをONする。そして、デジタルコンパレータ38の出力38outをシングルショットマルチバイブレータ36に投入し、該シングルショットマルチバイブレータ36をOFFする。

【0070】前記カウンタ-33、37のカウント設定値はデジタルスイッチ35、39により可変出来る。前述のごとく、図7の波形例で示すように、シェーディング補正部26の出力30outには生のカメラ出力ビデオ信号22の最初の立ち上がり部分と最後の立ち下がり部分に相当する短パルス30b、30cが現れるが、前述の検査区間36aからは外れるようにする。

【0071】次に図8及び図9を用いて暗部信号検出部40の構成について説明する。図8は暗部信号検出部40の構成図であり、図9は該暗部信号検出部40の各部の信号

波形例を示す。図8において、暗部信号検出部40は、比較器41と比較電圧発生回路42とAND回路43とシングルショットマルチバイブレータ44で構成する。

【0072】シェーディング補正部26の結果となる出力段アンプ30の出力信号30outと比較電圧発生回路42で生成した比較電圧42outを比較器41に投入し、該比較器41は出力信号30outの内、前記比較電圧42outよりも低いレベルの信号がある場合にONするような動作としておく。この状態図を図9の30out及び42outの波形例に示す。

【0073】この結果、比較器41の出力41outは、図9の波形例に示すように、暗部信号部分である短パルス30aと生のカメラ出力ビデオ信号22の立ち下がり部分である短パルス30cに相当する部位のみの短パルス41a、41cからなるON信号となる。

【0074】この比較器41の出力41outと検査区間設定部31の出力であるパルス波形の検査区間信号36outとをAND回路43に投入すれば図9の43outの波形例に示すように、カメラ出力ビデオ信号22の中の暗部信号部分である短パルス30aに相当する部位のみの短パルス43aが抽出できる。この短パルス43aが比較電圧発生回路42で生成した比較電圧42outよりも暗くなった暗部欠陥検出信号11aとなる。

【0075】前記AND回路43の出力43out波形に見られる短パルス43aは、暗部信号部分である短パルス30aに相当するパルスであり、検査管理用パソコン12では捕らえにくいパルス幅であるために、AND回路43の出力43outを一旦シングルショットマルチバイブレータ44に投入し、該検査管理用パソコン12で捕らえることが出来る時間長のパルスにして図9の波形例に示すような暗部欠陥検出信号11aを出力する。このシングルショットマルチバイブレータ44は74LS123とCR回路で構成して、該シングルショットマルチバイブレータ44から出力される暗部欠陥検出信号11aのパルス幅は0.5秒程度に引き延ばされている。

【0076】次に図10及び図11を用いてフィルムシート幅方向欠陥位置検出部45の構成について説明する。図10はフィルムシート幅方向欠陥位置検出部45の構成図であり、図11は該フィルムシート幅方向欠陥位置検出部45の各部の信号波形例を示す。図10に示すように、フィルムシート幅方向欠陥位置検出部45は図11の波形例に示すような0.2μsの繰り返し周期パルスであるリニアアレイCCD信号処理用駆動パルス24をカウンタ-47に投入する。

【0077】また、毎回の走査毎のCCD走査開始信号25と同期した検査区間信号36outをNOR回路46に投入し、該検査区間信号36outを反転して信号46outを出力する。前記検査区間信号36outの生成の場合と同様に、カウンタ-47は4桁BCDコード出力カウンタを使用した。

【0078】カウンタ47では、検査区間信号36out の反転信号46out が low 状態でリニアアレイ CCD 信号処理用駆動パルス24をカウントしていき、high 状態でカウントリセットする。

【0079】また、前述した図9の波形例に示すような暗部信号検出部40の出力となる暗部欠陥検出信号11aを NOR 回路48に入力し、該 NOR 回路48から出力された暗部欠陥検出信号11aの反転信号48out をデータラッチ回路49に入力する。

【0080】データラッチ回路49では、暗部欠陥検出信号11aの反転信号48out が、low 状態でカウンタ47から伝送されるカウントデータをホールドし、そのカウントデータ11bを検査管理用パソコン12に出力する。前述の如く、図9に示す暗部欠陥検出信号11aは約0.5秒程度ステータス状態を保つようにしたためホールドされたカウントデータ11bを検査管理用パソコン12で十分に捕らえられる。

【0081】次に図12及び図13を用いてフィルムシート走行方向欠陥位置検出部50の構成について説明する。図12はフィルムシート走行方向欠陥位置検出部50の構成図であり、図13は該フィルムシート走行方向欠陥位置検出部50の各部の信号波形例を示す。

【0082】フィルムシート走行方向欠陥位置検出部50はオムロン株式会社製 K3TR 型パルスカウンタを使って構成し、このパルスカウンタに図13の波形例に示すような 1ms / パルスの繰り返し周期パルスである測長パルス発信器出力信号14を入力する。測長パルス発信器13は株式会社小野測器製の発信器 PR721 と変換器 CR1310A を使用した。また、検査の開始/停止の管理は検査管理用パソコン12で行うようにして、該検査の開始/停止モード信号51を検査管理用パソコン12から接点信号で前記フィルムシート走行方向欠陥位置検出部50のパルスカウンタに入力する。

【0083】このパルスカウンタはカウント値を 1000 分の 1 にでき、5桁 BCD コードデータ出力でメータ単位データ11cを出力して検査管理用パソコン12に入力する。上述の如く、暗部信号検出部40の出力である暗部欠陥検出信号11aを検査管理用パソコン12に入力しており、該暗部欠陥検出信号11aが該検査管理用パソコン12に入力された時点での測長データを検査管理用パソコン12で知ることが出来る。

【0084】フィルムシート3は4m/分で走行しているため暗部欠陥検出信号11aの ON 時間の 0.5秒では 33mm しか移動しないためメータ単位データ11cは検査管理用パソコン12で確実に読みとれる。

【0085】次に図14及び図15を用いてビデオ信号レベル自動調整部52の構成について説明する。図14はビデオ信号レベル自動調整部52の構成図であり、図15は該ビデオ信号レベル自動調整部52の各部の信号波形例を示す。ビデオ信号レベル自動調整部52は検査対象となるフィル

ムシート3の厚さを変更した場合やハロゲンランプ15の輝度低下に対応して検出回路10の各部が正常に動作するようにビデオ信号レベルを一定にコントロールするために用意した。従って、時間的には1秒以上の長レンジのコントロール性能とした。

【0086】ビデオ信号レベル自動調整部52には図15の波形例に示すようなカメラ出力ビデオ信号22を入力受信する入力段アンプ53を用意した。カメラ出力ビデオ信号22は平均値として 1V 前後で入力する。平均値より電圧が大きい部分は輝点となり、平均値より電圧が小さい部分は暗点となる。カメラ出力ビデオ信号22は前述のごとく 2ms という高速周期の変化信号である。

【0087】入力段アンプ53では入力過電圧保護やゲイン調整、ゼロ点調整を行い、次段の低周波数通過フィルターアンプ54に信号伝送する。低周波数通過フィルターアンプ54は、時定数 1 秒程度つまり周波数でいえば約 1Hz 程度の極低周波数通過フィルターとして機能するように設計した。

【0088】従って、ビデオ信号レベル自動調整部52に入力するカメラ出力ビデオ信号22は前述のごとく 2ms という高速周期の変化信号であるが、低周波数通過フィルターアンプ54の出力54out は図15の波形例に示すような、秒単位のゆっくりとした追従変化の信号となる。

【0089】更に、ビデオ信号レベル自動調整部52には、図15の波形例に示すような 2ms の繰り返し周期パルスである CCD 走査開始信号25とリニアアレイ CCD 信号処理用駆動パルス24を入力し、サンプリングホールドタイミングパルス発生回路56で入力受信する。このサンプリングホールドタイミングパルス発生回路56は CCD 走査開始信号25の各周期の中間位置で前記低周波数通過フィルターアンプ54の出力54out をサンプリングホールドするためのタイミングパルス56out を生成するものである。

【0090】このタイミングパルス56out が図15の波形例で示すように、CCD 走査開始信号25の各周期の中間位置となるように、サンプリングホールドタイミングパルス発生回路56は遅延カウンタ回路と必要パルス幅のカウンタ回路とパルス発生回路からなる。本実施形態としては遅延時間 250 μ s、パルス幅 60 μ s とした。尚、サンプリングホールドタイミングパルス発生回路56は前述の検査区間設定部31の回路構成と同じでも良い。

【0091】前記タイミングパルス56out と低周波数通過フィルターアンプ54の出力54out をサンプリングホールド回路55に入力し、図15の波形例に示すサンプリング電圧55out を得る。一方でコントロール基準設定電圧発生回路58を用意し、該コントロール基準設定電圧発生回路58で生成した図15の波形例で示す直流の定置電圧からなるコントロール基準設定電圧58out と前記サンプリング電圧55out を比較する比較回路57を用意する。

【0092】比較回路57で、{サンプリング電圧55outのレベル<コントロール基準設定電圧58outのレベル}の場合は次段増光アンプ部59を生かし、{サンプリング電圧55outのレベル>コントロール基準設定電圧58outのレベル}の場合は次段減光アンプ部60を生かして加算回路61により一つの制御出力信号18にまとめる。

【0093】ビデオ信号レベル自動調整部52から出力される制御出力信号18により光源コントローラ4を介してハロゲンランプ15に供給されるハロゲンランプ供給電力19を調整して光量20を調整し、カメラ出力ビデオ信号22のレベルを目的に沿った1V程度に自動調整することが出来る。

【0094】尚、本実施形態においては、ビデオ信号レベル自動調整部52の出力である制御出力信号18は直流0〜5V、ハロゲンランプ供給電力19は0〜12Vで構成した。また、カメラ出力ビデオ信号22のレベルが約1Vの場合、低周波数通過フィルタアンプ54の出力54outはフィルタ特性によりレベルが低下するため、比較回路57でのコントロール基準設定電圧58outとの突き合わせレベルは1V以下となった。このように、ビデオ信号レベル自動調整部52のコントロール機能を生かしてカメラ出力ビデオ信号22のレベルが約1Vになるようにコントロール基準設定電圧58outを最適設定した。

【0095】次に、各種欠陥の特徴に対応する第1、第2の偏光板8、9の偏光方向と各種欠陥のカメラ出力ビデオ信号22及びシェーディング補正後のビデオ信号の比較例を図16(a)〜(d)及び図17(a)、(b)、図18(a)、(b)、図19(a)、(b)を用いて説明する。

【0096】図16(a)はフィルムシート3の内部に発生した気泡欠陥62の形態を示す。気泡欠陥62の周りには大きな歪み63を有している。図16(b)はフィルムシート3の内部に発生した異物欠陥64の形態を示す。異物欠陥64の周りには大きな歪み65を有している。

【0097】図16(c)はフィルムシート3に発生したピンホール欠陥66の形態を示す。ピンホール欠陥66の周りには大きな歪み67を有している。図16(d)はフィルムシート3の内部に発生した小さな歪み68の形態を示す。一般に小さな歪み68は品質上問題にならないため欠陥としては検出しない方が好ましい。

【0098】図17(a)は上述した実施形態の構成で第1の偏光板8と第2の偏光板9の偏光方向のずれ角度 θ を略直角に設定した場合のリニアアレイカメラ7から出力されるカメラ出力ビデオ信号22を示し、図17(b)は図17(a)のカメラ出力ビデオ信号22をシェーディング補正部26でシェーディング補正した後のビデオ信号を示す。

【0099】図18(a)は上述した実施形態の構成で第1の偏光板8と第2の偏光板9の偏光方向のずれ角度 θ を約±50度に設定した場合のリニアアレイカメラ7か

ら出力されるカメラ出力ビデオ信号22を示し、図18(b)は図18(a)のカメラ出力ビデオ信号22をシェーディング補正部26でシェーディング補正した後のビデオ信号を示す。

【0100】図19(a)は上述した実施形態の構成で第1の偏光板8と第2の偏光板9の偏光方向のずれ角度 θ を約±20度に設定した場合のリニアアレイカメラ7から出力されるカメラ出力ビデオ信号22を示し、図19(b)は図19(a)のカメラ出力ビデオ信号22をシェーディング補正部26でシェーディング補正した後のビデオ信号を示す。

【0101】まず、第1の偏光板8と第2の偏光板9の偏光方向のずれ角度 θ が略直角の場合のリニアアレイカメラ7から出力されるカメラ出力ビデオ信号22の波形例を示す図17(a)で、フィルムシート3内に気泡欠陥62と小さな歪み68を有する場合について述べる。

【0102】気泡欠陥62は内部歪み及び周りの歪みが大きいので、第1の偏光板8により直線偏光された光を前記歪みが回転させ直角方向に偏光させる働きにより第2の偏光板9の偏光方向成分が増加して通過し、明るい輝点としてリニアアレイカメラ7が捕らえることになる。

【0103】フィルムシート3内の小さな歪み68も前記効果が顕在化し、明るい輝点として光る映像となる。図17(a)において69aは気泡欠陥62に相当する部位のビデオ信号を示し、70aはフィルムシート3内の小さな歪み68に相当する部位のビデオ信号を示す。ここで、ビデオ信号69a、70aの両者とも同じように輝点として光る結果となりカメラ出力ビデオ信号22の電圧としてはリニアアレイカメラ7の出力飽和レベル5Vに近い値となる。

【0104】このカメラ出力ビデオ信号22から欠陥検出しきい値TH1を4Vとして地合ノイズと弁別しようとする両者とも検出してしまう。小さな歪み68の程度は品質上良しとする場合は、これに相当するビデオ信号70aを検出するため過検出となってしまう。また、フィルムシート3の分子配向むらや厚みむらにより地合レベルが大きく変動し、図17(a)のビデオ信号71aに示すように、欠陥検出しきい値TH1の4Vまで届く場合もあり得るため過検出が多くなる。

【0105】欠陥検出しきい値TH1を4V以上の値、例えば4.5Vにすれば前記地合レベル変動の過検出は免れることになるが、気泡欠陥62等の小さなものは4.5V以下の輝点ピーク値しか得られない場合も出て、欠陥検出しきい値TH1に届かず未検出になる場合も出てくる。

【0106】仮に、上記構成のシェーディング補正部26を使って処理すると図17(b)のようになり、1Vを中心とした明るさ表現となる。この場合、欠陥検出しきい値TH2を2Vとして地合ノイズと弁別しようすると、気泡欠陥62に相当する部位のビデオ信号69aに対応する

補正ビデオ信号69bは5Vを超えるため検出は確実に出来るが、やはり小さな歪み68に相当する部位のビデオ信号70aに対応する補正ビデオ信号70bは2Vを大きく超え、気泡欠陥62に対応する補正ビデオ信号69bと同等レベルとなり過検出してしまうことは避けられない。

【0107】図17(a)と図17(b)では、気泡欠陥62と小さな歪み68を例にあげたが、異物欠陥64及びピンホール欠陥66についていえば、これらの欠陥の周りにも大きな歪み65, 67を有しており、前述した気泡欠陥62と同じように、この周りの歪み部分により輝点として光る映像となる。

【0108】また、異物欠陥64の異物自体は、遮光する性質があるため減光特性の暗部信号傾向の信号を示し、ピンホール欠陥66のピンホール部自体は、第1の偏光板8による直線偏光方向に変化を与えないため、第2の偏光板9の偏光方向とは直角であり、光が通過しないため暗部信号傾向の信号を示すことになる。

【0109】次に、第1の偏光板8と第2の偏光板9との偏光方向のずれ角度 θ を約 ± 50 度に設定した場合のリニアアレイカメラ7から出力されるカメラ出力ビデオ信号22の波形例を示す図18(a)を用いてフィルムシート3に異物欠陥64とピンホール欠陥66とを有する場合について述べる。

【0110】異物欠陥64の異物自体を表現するビデオ信号は、図18(a)の72aに示すように異物自体は、遮光する性質があるため減光特性の暗部信号傾向の信号を示す。また、ピンホール欠陥66のピンホール部自体は第1の偏光板8による直線偏光方向に変化を与えないため、第2の偏光板9の偏光方向が第1の偏光板8の偏光方向に対してずれ角度 θ が直角の場合は、前述のように暗部信号傾向の信号を示すが、前記ずれ角度 θ が約 ± 50 度の角度差となると第2の偏光板9の通過光量が増すため減光特性が弱められることになり、ビデオ信号の大きさとしては73aに示すように地合ノイズと同等程度となる。

【0111】仮に、上記構成のシェーディング補正部26を使って処理すると、図18(b)に示すように、1Vを中心とした明るさ表現となり、地合ノイズは1Vを中心に ± 0.2 V程度となる。異物欠陥64の異物自体の補正ビデオ信号は72bに示すように0.8V程度の暗部信号、ピンホール欠陥66のピンホール部自体の補正ビデオ信号は73bに示すように0.9V程度の暗部信号となり、これらは地合ノイズの下限0.8V以内に埋もれてしまう。

【0112】また、フィルムシート3内の気泡欠陥62及び周りの大きな歪み63、異物欠陥64の周りの大きな歪み65、ピンホール欠陥66の周りの大きな歪み67に対しては、第1の偏光板8と第2の偏光板9との偏光方向のずれ角度 θ が直角から外れて次第に平行側に近づき、約 ± 50 度程度になると、殆ど輝点としては表現されなくな

ることが分かった。

【0113】次に、第1の偏光板8と第2の偏光板9との偏光方向のずれ角度 θ を約 ± 20 度に設定した場合のリニアアレイカメラ7から出力されるカメラ出力ビデオ信号22の波形例を示す図19(a)を用いてフィルムシート3内に気泡欠陥62を有する場合について述べる。

【0114】第1の偏光板8と第2の偏光板9との偏光方向のずれ角度 θ が直角から次第に平行に近づくにつれて、フィルムシート3内の気泡欠陥62及び周りの大きな歪み63は、前述の如く明るい輝点が弱くなり、前記偏光方向のずれ角度 θ が約 ± 50 度程度になると、殆ど輝点としては表現されなくなることが分かった。

【0115】更に、前記偏光方向のずれ角度 θ が約 ± 20 度程度になると、図19(a)のビデオ信号74aに示すように暗点として映像化されるようになることが分かった。フィルムシート3内の小さな歪み68についていえば、前述の如く偏光方向のずれ角度 θ が約 ± 50 度程度になると、もはや地合ノイズに埋もれてしまい、偏光方向のずれ角度 θ が約 ± 20 度程度になっても同様の態様となった。

【0116】従って、偏光方向のずれ角度 θ が約 ± 20 度程度になるとフィルムシート3内の気泡欠陥62及び周りの大きな歪み63の暗点映像化は顕在化していき、別途点在するフィルムシート3内の小さな歪み68については、もはや地合ノイズに埋もれてしまうことが分かった。

【0117】そして、上記構成のシェーディング補正部26を使って処理すると、図19(b)に示すようになる。この場合、欠陥検出しきい値TH3を0.7Vとして地合ノイズと弁別しようとすれば、気泡欠陥62とその周りの大きな歪み63を表す補正ビデオ信号74bに示すように0.5V程度以下の暗部信号となり確実に捕らえることが出来る。

【0118】この場合、別途点在するフィルムシート3内の小さな歪み68部分は映像化されていないため図19(b)に示すように、地合ノイズの下限0.9V以内に埋もれてしまい過検出されない。

【0119】更にいえば、異物欠陥64についても、前記第1、第2の偏光板8、9の偏光方向のずれ角度 θ が約 ± 20 度程度になると、異物欠陥64とその周りの大きな歪み65が暗い暗部信号として映像化されるため、この部分を前記シェーディング補正部26によるシェーディング補正処理後の映像を利用して、欠陥検出しきい値TH3で捕らえることができる。

【0120】一方、ピンホール欠陥66についていえば、前記偏光方向のずれ角度 θ が前記約 ± 50 度程から更に約 ± 20 度程度になった場合、ピンホール欠陥66のピンホール部自体による第2の偏光板9の通過光量が増すため、リニアアレイカメラ7の分解能より大きなピンホール部自体については輝点として光るようになる。

【0121】上述の如く、第1、第2の偏光板8、9の偏光方向のずれ角度 θ が約 ± 20 度程度になると、ピンホール欠陥66についても、該ピンホール欠陥66の周りの大きな歪み67が暗い暗部信号として映像化されるため、前記シェーディング補正部26によるシェーディング補正処理後の映像を利用して欠陥検出しきい値TH3で、この暗部信号部分を捕らえることが出来る。

【0122】ピンホール欠陥66については、該ピンホール欠陥66の明部信号を捕らえることでも欠陥検出は可能であるが、リニアアレイカメラ7の分解能以下の径の小さなピンホール欠陥66では能力に限度が生じる。リニアアレイカメラ7の分解能以下の径の小さなピンホール欠陥66についても該ピンホール欠陥66の周りにはリニアアレイカメラ7の分解能以上の大きな歪み67を有していることが実験結果から明らかになった。

【0123】一方、前述したように、ピンホール欠陥66の周りの大きな歪み67に対する暗部信号を捕らえる構成であれば、ピンホール欠陥66のピンホール部自体の径がリニアアレイカメラ7の分解能以下の小さなものであっても、ピンホール欠陥66の周りの大きな歪み67を捕らえることでピンホール欠陥66を容易に捕らえることが出来る。

【0124】更に、第1の偏光板8と第2の偏光板9との偏光方向のずれ角度 θ が約 ± 20 度から更に0度（互いの偏光方向が平行）になった場合は、フィルムシート3内に発生した前記各種欠陥の周りの大きな歪み63、65、67に対する暗部信号の顕在化が更に進み、フィルムシート3内に別途点在する小さな歪み68についてはあまり顕在化されることが分かった。

【0125】従って、第1の偏光板8と第2の偏光板9との偏光方向のずれ角度 θ が約 ± 20 度程度よりは更に0度にした方が欠陥信号と地合ノイズのS/N比を良くすることが分かった。

【0126】ゆえに、実質的な使用可能範囲としては、第1の偏光板8と第2の偏光板9との偏光方向のずれ角度 θ を約 ± 20 度として良いが、上述した実施形態では、第1の偏光板8と第2の偏光板9との偏光方向のずれ角度 θ を0度（互いの偏光方向が平行）とした。

【0127】上記構成によれば、シェーディング補正部26により検査対象フィルムシート3の部分配向むらが変化した場合やリニアアレイカメラ7用レンズ21の絞り設定からくる収差によるカメラ出力ビデオ信号22の波形歪みを補正し、該カメラ出力ビデオ信号22を均一フラットレベルにすることにより検査範囲のどの部分でも均一に欠陥検出できる。

【0128】例えば、リニアアレイカメラ7用レンズ21の絞りの例で言えば、絞りを2.8や1.4と大きく開放していくと、図5に示すカメラ出力ビデオ信号22の波形例のようにカメラ出力ビデオ信号22のスタート側とエンド側のレベルの低下が大きくなってしまふ。フィルム

シート3の走行速度が速くなり、走行方向の分解能を小さく維持するために、リニアアレイカメラ7の走査開始信号の繰返しレートを速くした場合、カメラ出力ビデオ信号22の感度が低下し、レンズ21の絞りを大きく開くと上記のようにカメラ出力ビデオ信号22に端部低下現象がみられる。

【0129】フィルムシート3の部分配向むらに限らず該フィルムシート3に厚みむらがある場合もカメラ出力ビデオ信号22の前記配向むらや厚みむらに対応する部位に凹凸が現れる。このようなケースに対し、前記シェーディング補正部26はカメラ出力ビデオ信号22を平坦化出来るため欠陥抽出のしきい値設定を一定電圧にすることができ非常に有効である。

【0130】また、検査対象フィルムシート3の幅拡大については、リニアアレイカメラ7、第2の偏光板9、検出回路10等の数を複数設置することになるが、例えば、幅が2mのフィルムシート3に適用するとすれば、これ等を10台用いれば良いことになり、フィルムシート3の走行速度アップに対して、走行方向の分解能を小さく維持するには、5000bit、ビデオ信号のビデオレート20MHzのリニアアレイカメラ7を採用すれば良い。

【0131】前記実施形態では、シェーディング補正部26として、減算によるシェーディング補正を利用したが、減算部を除算部に変えた除算シェーディング補正でも良く、この場合、性能は更に向上する。

【0132】また、前記実施形態では、検査対象フィルムシート3としてアラミドフィルムに適用した場合について説明したが、他のポリエステルフィルム、ポリプロピレンフィルム、ポリスチレンフィルム、ポリイミドフィルム等の透明、半透明フィルムの欠陥検査に利用できる。

【0133】

【発明の効果】本発明によれば、上述の構成と作用とを有するため、以下のような優れた効果を発揮することができる。

【0134】（1）検査対象となるフィルムシートの両面側に一對の偏光板を置き、光源側の第1の偏光板とリニアアレイカメラ側の第2の偏光板との偏光方向のずれ角度が0度若しくは少なくとも ± 20 度以内とすることにより、気泡欠陥、異物欠陥については、各欠陥部と周りの大きな歪みの部分を暗部信号として顕在化し、ピンホール欠陥については周りの大きな歪みの部分を暗部信号として顕在化することで、各種の欠陥が確実に検出できる。

【0135】（2）シェーディング補正部により検査対象フィルムシートの部分配向むらに変化した場合やリニアアレイカメラ用レンズの絞り設定からくる収差によるビデオ信号の波形歪みを補正し、ビデオ信号を均一フラットレベルにすることにより検査範囲のどの部分でも均

一に欠陥検出できる。

【0136】(3) フィルムシート幅方向欠陥位置検出部により、ミリメートル単位で幅方向欠陥位置を知ることが出来る。これは、前述した従来例の放電式のピンホール検査機では殆ど不可能な技術であった。

【0137】(4) フィルムシート走行方向欠陥位置検出部により、メートル単位でフィルムシート走行方向欠陥位置を知ることが出来、前記フィルムシート幅方向欠陥位置検出部とあわせて、2次元の欠陥位置情報を提供することが出来る。従って、フィルムシートを後工程でスリットする場合、該スリット製品の中に欠陥が含まれているか否かを事前に知ることが出来、欠陥部分を持った製品の出荷をさけることが出来、品質保証、製造コストを削減することが出来る。

【0138】(5) ビデオ信号レベル自動調整部により、検査対象フィルムシートの厚さを変更した場合やハロゲンランプ等の光源の輝度低下に対応して、ビデオ信号の平均レベルを一定に保つことが出来、欠陥検出を確実に行うことが出来る。

【0139】(6) 光源として、ライン型ハロゲン光源を使用することにより、蛍光灯照明よりも10倍以上の光量を確保出来る。フィルムシートの走行速度が速くなり、走行方向の分解能を小さく維持するために、リニアアレイカメラの走査開始信号の繰り返しレートを速くした場合、ビデオ信号感度が低下し、レンズ絞りを大きく開くと、ビデオ信号に端部低下現象がみられる。このようなケースに対し、該ライン型ハロゲン光源を使用すればレンズ絞りを大きく開く必要がなく前記ビデオ信号の端部低下現象を避けることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るフィルムシート欠陥検査装置の構成を示す図である。

【図2】リニアアレイカメラとその信号構成を示す図である。

【図3】検出回路の構成を示すブロック図である。

【図4】シェーディング補正部の構成を示すブロック図である。

【図5】シェーディング補正部の各部の信号波形を示す図である。

【図6】検査区間設定部の構成を示すブロック図である。

【図7】検査区間設定部の各部の信号波形を示す図である。

【図8】暗部信号検出部の構成を示すブロック図である。

【図9】暗部信号検出部の各部の信号波形を示す図である。

【図10】フィルムシート幅方向欠陥位置検出部の構成を示すブロック図である。

【図11】フィルムシート幅方向欠陥位置検出部の各部の

信号波形を示す図である。

【図12】フィルムシート走行方向欠陥位置検出部の構成を示すブロック図である。

【図13】フィルムシート走行方向欠陥位置検出部の各部の信号波形を示す図である。

【図14】ビデオ信号レベル自動調整部の構成を示すブロック図である。

【図15】ビデオ信号レベル自動調整部の各部の信号波形を示す図である。

10 【図16】(a)はフィルムシート内部に発生した気泡欠陥の様子を示す図、(b)はフィルムシート内部に発生した異物欠陥の様子を示す図、(c)はフィルムシートに発生したピンホール欠陥の様子を示す図、(d)はフィルムシート内部に発生した小さな歪み部分の様子を示す図である。

【図17】(a)は第1の偏光板と第2の偏光板との偏光方向のずれ角度 θ が略直角の場合のリニアアレイカメラから出力されたビデオ信号波形を示す図、(b)は(a)のビデオ信号をシェーディング補正した後のビデオ信号波形を示す図である。

20 【図18】(a)は第1の偏光板と第2の偏光板との偏光方向のずれ角度 θ が約 ± 50 度の場合のリニアアレイカメラから出力されたビデオ信号波形を示す図、(b)は(a)のビデオ信号をシェーディング補正した後のビデオ信号波形を示す図である。

30 【図19】(a)は第1の偏光板と第2の偏光板との偏光方向のずれ角度 θ が約 ± 20 度の場合のリニアアレイカメラから出力されたビデオ信号波形を示す図、(b)は(a)のビデオ信号をシェーディング補正した後のビデオ信号波形を示す図である。

【符号の説明】

1、2…ロール、3…フィルムシート、4…光源コントローラ、5…ライン型光源、6…リニアアレイカメラコントローラ、7…リニアアレイカメラ、8、9…第1、第2の偏光板、10…検出回路、11…欠陥検出情報、11a…暗部欠陥検出信号、11b…カウントデータ、11c…メートル単位データ、12…検査管理用パソコン、13…測長パルス発信器、14…測長パルス発信器出力信号、15…ハロゲンランプ、16…石英アダプタ、17…円筒型石英ロッド、18…制御出力信号、19…ハロゲンランプ供給電力、20…光量、21…レンズ、22…カメラ出力ビデオ信号、23…直流電源、24…リニアアレイCCD信号処理用駆動パルス、25…CCD走査開始信号、26…シェーディング補正部、27…入力段アンプ、28…低周波数通過フィルタアンプ、29…加算回路、29a～29c…短パルス、30…出力段アンプ、30a～30c…短パルス、31…検査区間設定部、32…リトリガーシングルショットマルチバイブレータ、33…カウンター、34…デジタルコンバータ、35…デジタルスイッチ、36…シングルショットマルチバイブレータ、36out…検査区間信号、37…カウンター、38…

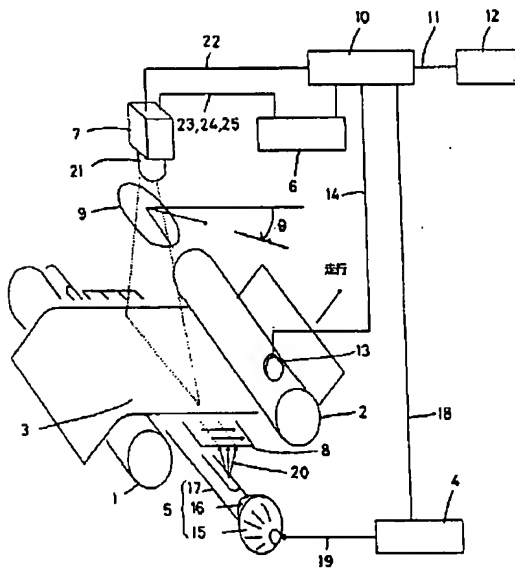
23

デジタルコンパレータ、39…デジタルスイッチ、40…暗部信号検出部、41…比較器、41a、41c…短パルス、42…比較電圧発生回路、43…AND回路、43a…短パルス、44…シングルショットマルチバイブレータ、45…フィルムシート幅方向欠陥位置検出部、46…NOR回路、47…カウンタ、48…NOR回路、49…データラッチ回路、50…フィルムシート走行方向欠陥位置検出部、51…検査の開始/停止モード信号、52…ビデオ信号レベル自動調整部、53…入力段アンプ、54…低周波数通過フィルタアンプ、55…サンプリングホールド回路、55out …

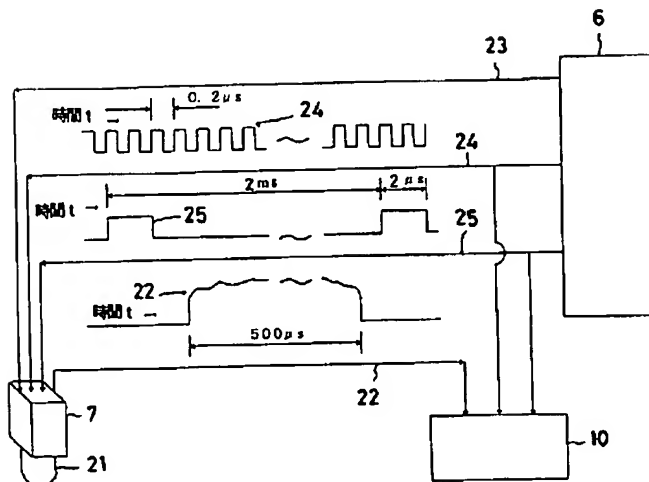
24

サンプリング電圧、56…サンプリングホールドタイミングパルス発生回路、56out …タイミングパルス、57…比較回路、58…コントロール基準設定電圧発生回路、58out …コントロール基準設定電圧、59…増光アンプ部、60…減光アンプ部、61…加算回路、62…気泡欠陥、63…大きな歪み、64…異物欠陥、65…大きな歪み、66…ピンホール欠陥、67…大きな歪み、68…小さな歪み、69a、70a、71a、72a、73a、74a…ビデオ信号、69b、70b、72b、73b、74b…補正ビデオ信号、TH1、TH2、TH3 …欠陥検出しきい値、 θ …ずれ角度

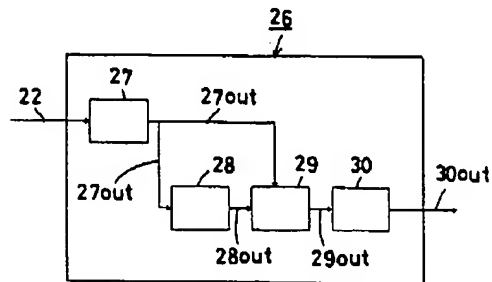
【図1】



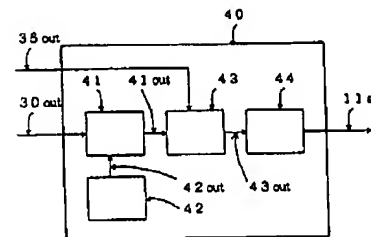
【図2】



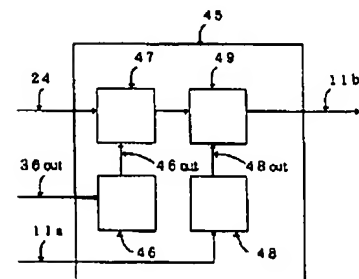
【図4】



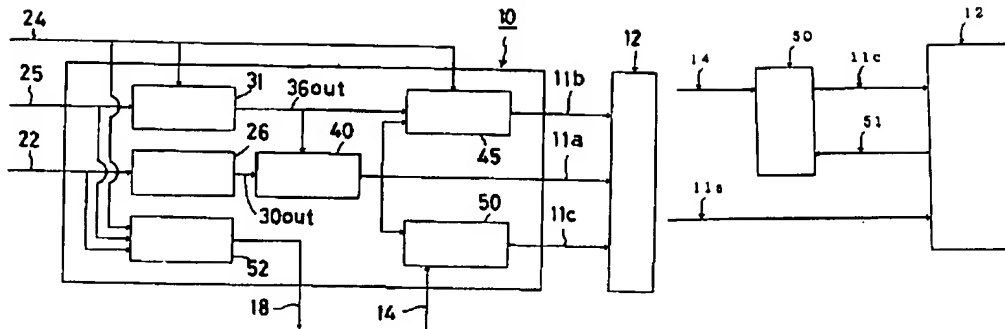
【図8】



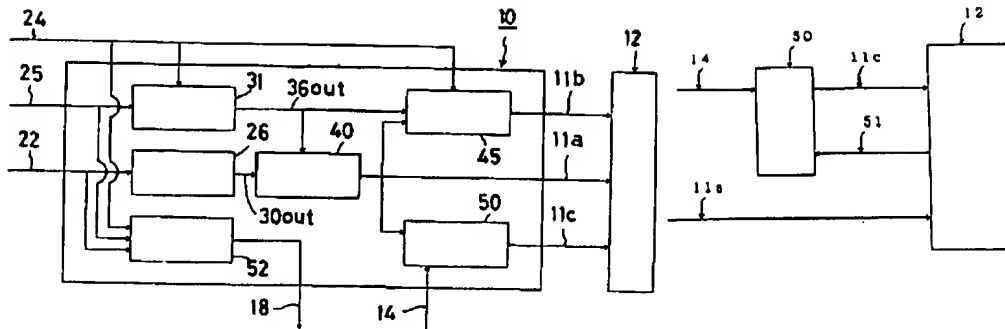
【図10】



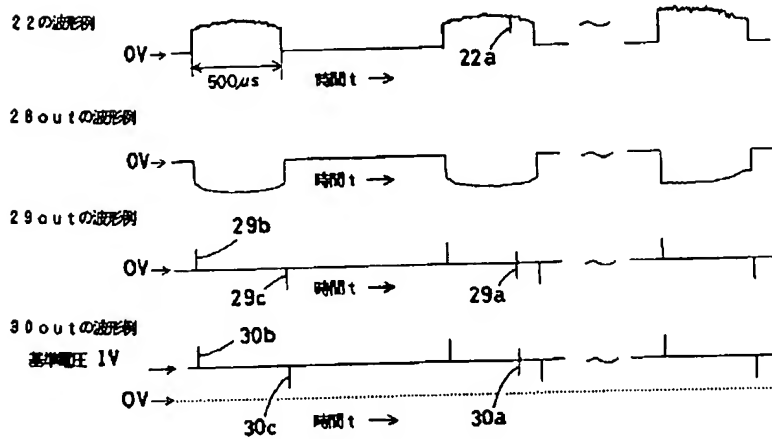
【図3】



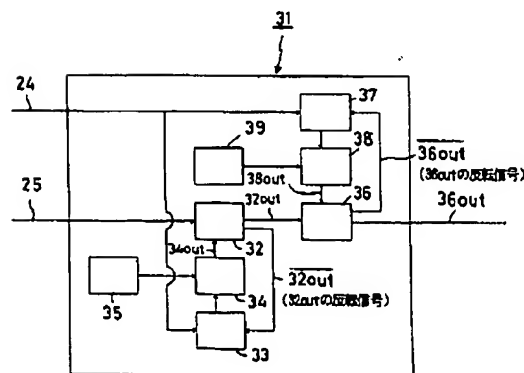
【図12】



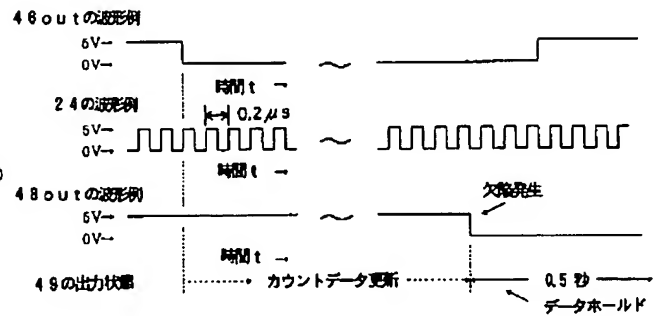
【図5】



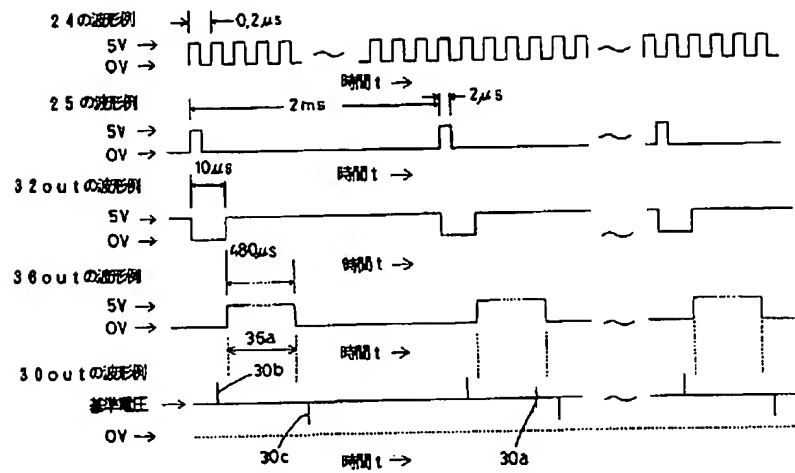
【図6】



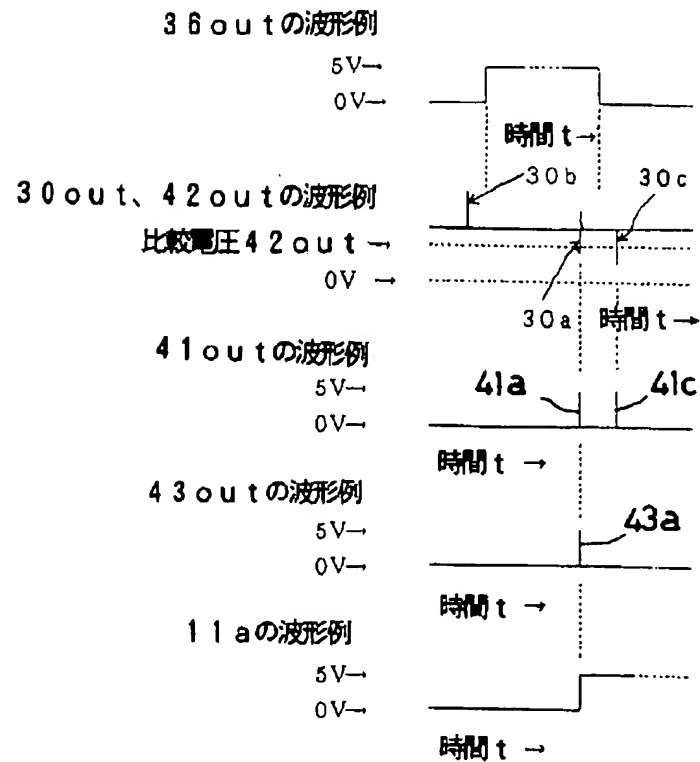
【図11】



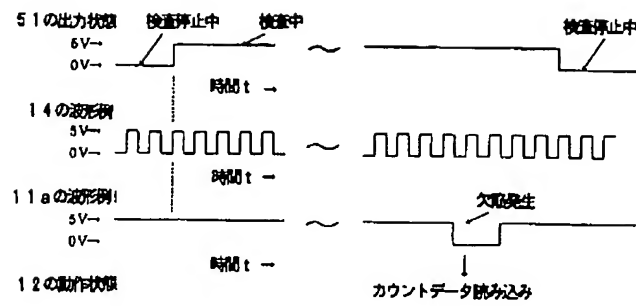
【図7】



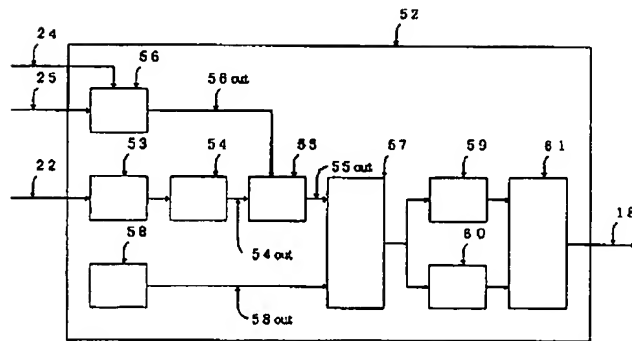
【図9】



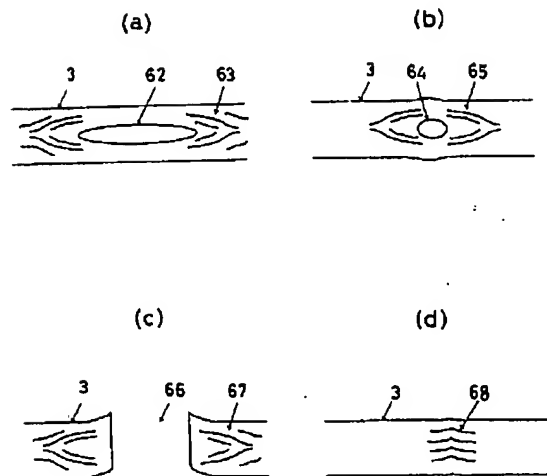
【図13】



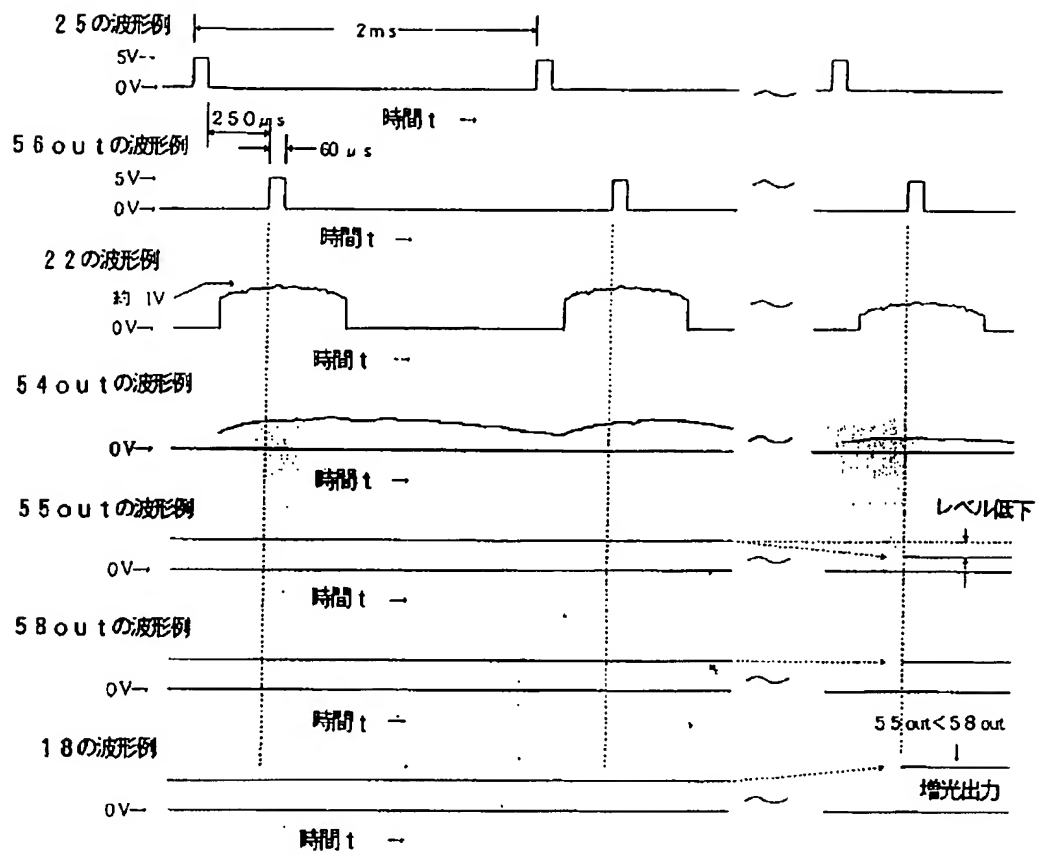
【図14】



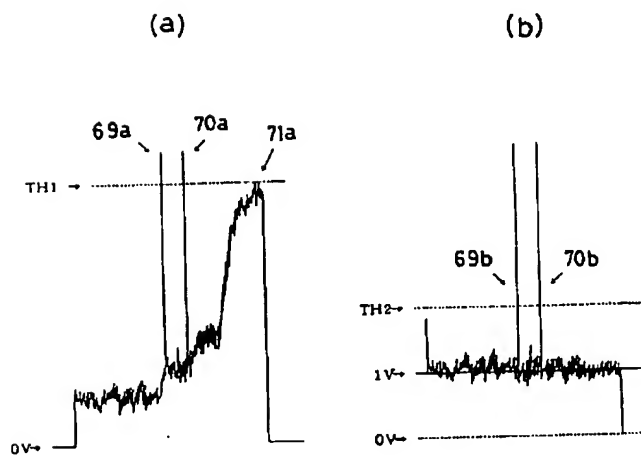
【図16】



【図15】



【図17】



【図18】



【図19】

